

[算数・数学]

仲間との対話によって、計算技能を習得する授業の工夫

－平方根トランプを通して－

中川 芳隆*

1 はじめに

表1は平成30年度全国学力・学習状況調査の生徒質問紙の本校の第3学年の結果である。「数学ができるようになりたいと思いますか」の肯定的評価が91.3%であるのに対して、「数学の授業の内容はよく分かりますか」の否定的評価は23.9%であった。「数学の問題の解き方が分からないときは、諦めずにいろいろな方法を考えますか」の否定的評価が26.0%、「数学の授業で問題を解くとき、もっと簡単に解く方法がないか考えますか」の否定的評価は32.6%であった。これらのことから分かるように、数学ができるようになりたいと思っている生徒が多い一方、学習内容が分からずに困っている生徒がいる。これにより、諦めずにいろいろな解法を考えたり、もっと簡単に解く方法がないかと考えたりすることへの否定的評価につながっていると考えられる。

＜表1 平成30年度全国学力・学習状況調査生徒質問紙 第3学年の結果＞

質問番号	質問事項	選択肢（肯定評価⇔否定評価）				
		1	2	3	4	
(29)	数学の授業の内容はよく分かりますか	16	19	10	1	回答人数
		34.8%	41.3%	21.7%	2.2%	本校割合
(30)	数学ができるようになりたいと思いますか	22	20	4	0	回答人数
		47.8%	43.5%	8.7%	0.0%	本校割合
(31)	数学の問題の解き方が分からないときは、諦めずにいろいろな方法を考えますか	12	22	10	2	回答人数
		26.1%	47.8%	21.7%	4.3%	本校割合
(34)	数学の授業で問題を解くとき、もっと簡単に解く方法がないか考えますか	14	17	14	1	回答人数
		30.4%	37.0%	30.4%	2.2%	本校割合

昨年度からの本校の職員研修の研究主題は「関わり合いを通して学びを深める授業の工夫～『主体的に学ぶ楽しさ』を実感する授業を目指して～」であり、全職員が他者との関わり合いを大切にした授業の工夫に取り組んできた。また、本校では基礎学力の定着を目指し、Web学習ウィークとWeb学習タイムという2つの活動を行った。この活動は、当時、新潟県教育委員会が毎月、新潟県内の全ての小中学校を対象に実施していたWeb配信集計システムを利用した取組である。今年度からは、年3回の実施となっている。Web配信集計システムとは、新潟県内の小中学生の国語、数学、英語の学力を高めるために、毎月1回、新潟県教育委員会が診断問題を作成し、県内の各校にWeb配信して診断を実施。各校は採点結果をWeb上に入力し、新潟県の小中学生の学力の現状を把握し、課題について対策を図るものである。各校はWeb上で自校の解答状況と新潟県内全体の解答状況を比較することができ、自校の生徒の学習定着度を確認することができる。新潟県教育委員会は、県内全体の結果から補充・復習が必要な問題についてサポート問題を配信し、更なる基礎学力の定着を図っていた。本校独自の取組であるWeb学習ウィークとは朝学習の時間に過去のWeb配信問題やサポート問題を解く活動のことである。Web学習タイムとは、Web学習ウィークで取組んだ問題について放課後に国語、数学、英語をそれぞれ15分間ずつで解説するという活動である。この活動を通して、既習事項を振り返る場を設けることで、本校の生徒の基礎学力の底上げを図ってきた。

これらの取組の成果はすぐには表れなかった。表2の平成31年度教研式標準学力検査NRTの結果では、本校第3学年全体の偏差値平均は50.4と全国平均を上回ったが、5段階分布は評定1が3%、2が27%、3が34%、4が15%、5

*十日町市立中条中学校

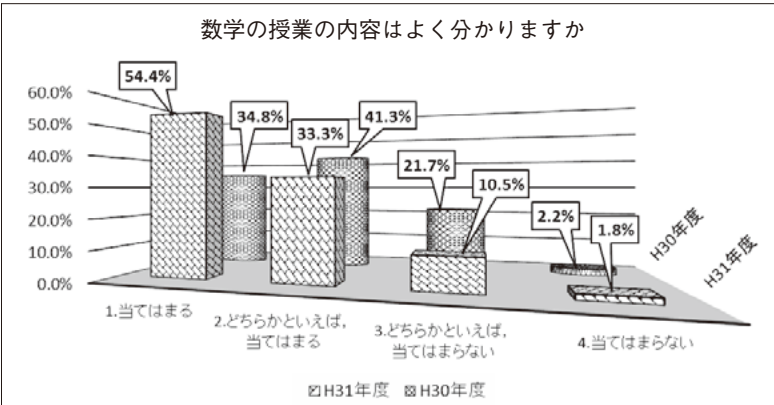
が6%と散らばりが大きい。表2の大領域別では「数と式」の全国比92，中領域別では「文字式の計算と利用」の全国比91，「連立方程式」の全国比92であり，計算技能に課題がある。特に，「数と式」領域でのつまずきが見られた。

<表2 平成31年度教研式標準学力検査NRT 第3学年の結果>

大領域別集計										中領域別集計						
部	内容		5段階分布出現率					正答率	全国 正答率	全国比	領域		内容	正答率	全国 正答率	全国比
			1	2	3	4	5				大	中				
1	数と式	全	8	25	34	31	2	47.1	51.3	92	1	1	文字式の 計算と利用	48.1	53.0	91
		男	8	26	36	28	3	46.6								
		女	10	25	30	35	0	48.0			1	2	連立方程式	44.9	49.0	92

職員研修やWeb学習タイム等の取組の結果，図1のように平成31年度全国学力・学習状況調査の生徒質問紙では「数学の授業の内容はよく分かりますか」に対する本校3年生の肯定的評価は87.7%，否定的評価は12.3%であった。平成30年度に対して否定的評価は11.6%減少したが，学習内容が分からなく困っている生徒はまだ多くいることが分かる。

中学校学習指導要領解説数学編の第1章総説1-(2)-③「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進では，以下の点に留意して授業改善に取り組むことが重要であると述べられ，「対話的な学び」の視点で授業改善を進めることが求められている。¹⁾



<図1 生徒質問紙 平成31年度と平成30年度の比較グラフ>

- イ 授業の方法や技術の改善のみを意図するものではなく，児童生徒に目指す資質・能力を育むために「主体的な学び」，「対話的な学び」，「深い学び」の視点で，授業改善を進めるものであること。
- ウ 各教科において通常行われている学習活動の質を向上させることを主眼とするものであること。
- カ 基礎的・基本的な知識及び技能の習得に課題がある場合には，その確実な習得を図ることを重視すること。

仲松（2015）は「生徒主体となるような授業構成方法を工夫すれば，生徒の学び合う力がはぐくまれ，生徒の思考力を高めることができる²⁾」と仮説を立て，ジグソー法を取り入れた指導を実践している。また，若林・松沢（2016）は「『アクティブラーニングを機能させる教材アレンジ』の提案授業が多くの場合で成果を上げることが分かった。⁴⁾」と述べている。また，「授業者の力以上に学習デザインの工夫によって成果が影響しているということが明らかになり，『アクティブラーニングを機能させる教材アレンジ』の有効性を示せた⁴⁾」と述べている。また，松沢（2013）は「3年の『平方根』の学習には，生徒にとってやっかいなところはいくつかあります。その1つが， $\sqrt{5}+\sqrt{2}$ です。（中略）平方根の乗法，除法そして加法，減法の計算を一通り学習して，計算練習を行う段階では，（中略）『計算できるのか，それともこれ以上計算できないのかを判断する力』も大切です。（中略）同様の趣旨で，カードをつくって活用することも考えられます。³⁾」と述べ，平方根の計算技能の定着を図り，カードゲームを行うことを提唱している。これらジグソー法や教材アレンジの研究は生徒の主体性を大切にして，生徒同士の対話を生み，思考力を高めるために考えられた授業実践である。

これらのことから，本研究では「数と式」領域でのつまずきを解消するために，平方根の単元の中でカードゲームを行う活動を2度設定し，生徒同士の関わり合いの中の「対話的な学び」によって，計算技能の習得を図ることにした。学習方法を工夫して生徒同士の対話を生み，個々の学習理解につながる授業実践を図っていく。

2 研究の目的

基礎的な計算技能の習得において，対話的な活動を行うことにより，個々の学習理解が定着していく姿が具現することを，実践を通して明らかにする。

3 研究の構想

本実践は、仲間との対話を生み、互いの考えを比較、考察することで計算技能が定着する学習の展開を重視する。そこで、次の手立てで、授業を構想し、研究していく。

(1) 単元の指導計画

表3のように中学校第3学年の「平方根」の単元の指導計画を立て、第3時と第13時で平方根トランプを用いたババ抜きやジジ抜きを実施する。「平方根」の学習は、内容が抽象的でイメージしづらく、生徒にとって理解しづらい単元である。平方根の概念や計算法則はたいへん複雑であり、一人で克服しようとしても頭の中で整理できずに苦しむ生徒も多い。そこで、単元導入3時間目に、松沢（2013）が提唱する平方根トランプを活用し、ゲームをしながら、仲間と対話し、平方根の基礎知識を復習する。現在の教科書には記載されていないが、平成22年度版の教科書では、単元の振り返りのページで平方根トランプを使った神経衰弱ゲームが取り上げられている。神経衰弱ゲームはカードをめくった人がペアかどうかを判断してカードを取っていくが、周囲の人はその様子を見ただけで仲間との対話は生まれづらい。その点、ババ抜きでは自分の持っているカードが取れたり、他者が持っているカードを取ったりするため、対話が生まれる機会を増やすことができる。また、松沢（2013）や前述の教科書では、平方根の計算を学習した後に復習の扱いで平方根トランプの活用を提唱している。しかし、平方根の計算を行うためには、平方根の意味を正しく理解していなくてはならない。まず、平方根の意味や根号を使った表し方を学習したすぐ後に平方根トランプを取り入れることで仲間と対話することの良さに気づき、理解の定着を図ることができる。そして、平方根の計算を学習したすぐ後にも平方根トランプを取り入れることで、仲間との対話を大切にしながら積極的に仲間と計算方法を確認し合う姿が期待できる。このように、平方根トランプをより効果的に学習に活用することができる。

(2) ゲーム要素のある学習材

単元第3時の平方根トランプでは、図2のような34枚のカードを用意し、ババ抜きの要領でゲームを行う。等号で結ばれる2枚のカードを見つけて捨てていき、早く手持ちのカードをなくした人が勝ちである。ここでの平方根トランプのねらいは平方根の基礎知識の定着である。カードには平方根の加減乗除といった計算は含まれておらず、自然数の平方根を考えたり、平方根を2乗するといくつになるかを考えたりする基礎的なものばかりであり、生徒は自信をもって活動することができる。積極的に仲間と関わろうとする場面が増えることが期待できる。普段は自分の中で抱えている困り感を自由に話し、それについて仲間が教える。教えた生徒は自分の知識の復習になる。この活動を通して平方根の意味を正しく理解し、その後の平方根の計算の学習に対する抵抗感の軽減につなげることができる。また、使用するカードの内容は班ごとに覚えておく。ゲームが早く終わったら、使用するカードを隣の班と交換し、別の問題が書かれたカードを使ってゲームをすることができる。はじめに、自分の班で作ったカードを使って平方根の基本を確認したら、別の班の作ったカードでさらに確かめることができる。

＜表3 単元の指導計画（全16時間）＞

時	学習内容
1～2	・方眼用紙にかいた正方形の1辺の長さを調べ、2乗すると2になる数の存在に気付く。 ・逐次近似的に $\sqrt{2}$ の近似値を求める。 ・平方根の意味、根号を使った表し方を理解する。
3	・平方根トランプ① ババ抜きを通して、平方根の基礎知識を復習する。
4～5	・平方根の大小を比べ、不等号を使って表す。 ・有理数と無理数の意味、それらを小数で表した時の特徴を調べる。
6	・ここまでの学習内容を復習する。
7～10	・根号を含む数を、目的に応じて変形する。 ・根号を含む式の乗法、除法の計算をする。
11～12	・根号を含む式の加法、減法の計算をする。 ・乗法公式を用いて根号を含む式の計算をする。
13	・平方根トランプ② ジジ抜きを通して、平方根の計算を復習する。
14	・平方根を利用して、A4判やB5判のコピー用紙の縦横比などを調べる。
15～16	・単元の内容を復習する。

0	$\sqrt{1}$	$\frac{3}{10}$ の平方根	6の平方根	13	13の平方根	6
$\sqrt{0}$	$\sqrt{1^2}$	$\pm\sqrt{\frac{3}{10}}$	$\pm\sqrt{6}$	$\sqrt{169}$	$\pm\sqrt{13}$	$\sqrt{36}$

81 の平方根	$(\sqrt{1})^2$	$\frac{3}{10}$	$\sqrt{(-4)^2}$	$(\sqrt{13})^2$	$\sqrt{16}$	$(-\sqrt{6})^2$
± 9	1	$\sqrt{\frac{9}{100}}$	4	$(-\sqrt{13})^2$	-4	ジョーカー
-6	6	$\sqrt{(-6)^2}$	$-\sqrt{6^2}$	$(\sqrt{6})^2$	$-\sqrt{16}$	

＜図2 単元「平方根」第3時の平方根トランプのカード例＞

(3) 対話によって基礎的な計算技能が身に付く学習材

「平方根」の単元が進み、平方根の計算について一通り学習した後、単元第13時にもう一度、平方根トランプを取り入れる。ここでは、カードにジョーカーを混ぜず、仲間外れのカードが1枚残るジジ抜きをする。図3のような53枚のカードを使う。どのカードが残るのが分からないため、正しく計算ができていないかを考えながら取り組ませる。カードには平方根の加減や乗除なども含み、計算方法について考えさせる。第3時で使用したカードに比べて、自信をもってペアになるカードを判断することが難しくなる。しかし、第3時で仲間との対話によって考え方を確認することができた経験を生かし、抱えた疑問は仲間との対話によって解決していく姿が期待できる。1人では理解しづらかった計算方法も仲間との対話を通して復習することができる。

$4\sqrt{3} \times \sqrt{3}$	$\sqrt{5} \times \sqrt{7}$	$\sqrt{3} + \sqrt{3}$	$\sqrt{2^2 \times 9}$	$\sqrt{18} \div \sqrt{2}$	$\sqrt{18}$	$\sqrt{3+3}$
12	$\sqrt{5 \times 7}$	$2\sqrt{3}$	6	3	$3\sqrt{2}$	

＜図3 単元「平方根」第13時の平方根トランプのカードの一例＞

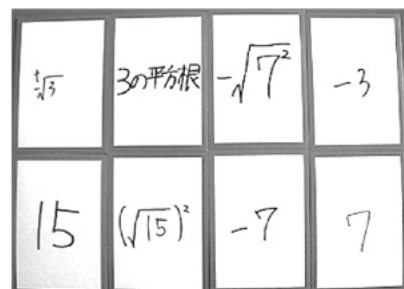
4 検証の方法

- ・平方根トランプを行う場面を追って仲間と対話し計算方法について確かめ合う姿の表出場面を抽出し、対話による計算技能習得の様子を分析考察する。
- ・意識調査の結果を数量化して、変化とその要因を分析考察する。

5 実践の結果と分析・考察

(1) 平方根トランプ①（単元「平方根」第3時）

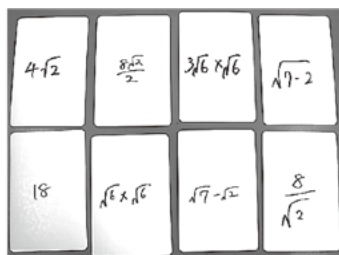
本時の課題を伝えと、生徒はすごく喜んだ。カードゲームで学習できることに期待する生徒がたくさんいた。写真1は単元導入第3時に実際に生徒が作成した平方根トランプのカードの一部である。生徒が手書きすることで、平方根を書きながらよく見て、平方根について考えさせることができた。ゲームでは、1人の生徒が「3の平方根は正の数と負の数があるから ± 3 だ。」と言うと、別の生徒が「いや。2乗して3になる自然数はないから、根号をつけて $\pm\sqrt{3}$ だよ。」と伝えた。カードの内容を前述の図2のような基本的な平方根の内容にしたことで、自信をもってペアのカードを見つけられる生徒が多かった。また、仲間の考えの間違いを指摘し、自ら積極的に考えを伝え合う場面が見られた。平方根トランプは間違えても大丈夫という安心感が生まれ、仲間との対話によって平方根の概念を再確認することができた。



＜写真1 第3時のトランプ＞

(2) 平方根トランプ②（単元「平方根」第13時）

写真2は、単元第13時に生徒が作成したカードの一部である。これらのカードを使って平方根トランプを行った。単元第3時の平方根トランプよりもカードの難易度が上がり、ジョーカーがどのカードか分からないため、仲間との対話による確認がより必要になった。写真3は平方根トランプ



＜写真2 第13時のトランプ＞



＜写真3 抽出した場面の様子＞

のジジ抜きで、対話による既習事項の復習の場面である。発話記録・様子は次の通りである。

C₁男：ちょっと待って。
 (C₁男は手持ちカードの中に等しい組合せがありそうだが、自分では確証がもてずに、仲間に見えるように机上にカードを並べた。)
 C₂男：これとこれ、合っているよ。
 (C₂男は $\sqrt{2^2 \times 5}$ と $2\sqrt{5}$ の2枚を指さした。)
 C₁男：えっ？なんで？
 C₂男：だって、2乗だからルートがとれるじゃん。
 C₁男：あっ！そうか！
 (C₃男とC₄女はその会話を聞きながら、C₁男のカードを見ている。)

C₁男はC₂男の指摘によって、等しいカードの組み合わせを見つけることができた。この会話によって根号の中の数をいくつかの自然数の積で表した時に2乗があれば、根号がはずせることを班員全員が確認できたことになる。教えた生徒も自分の既習事項の復習の場面となった。

別の班では、カードを配り終わった後に等号「=」で結ぶことができるペアのカードの判断に困り、全員が机上にカードを表向きに並べ、過去の授業ノート記録や教科書を開いて調べながら、平方根の計算方法を仲間と話し合っ確認していた。ジジ抜きのゲーム自体はあまり進められなかったが、全員で既習事項を確認することができた。

また、手持ちのカードを見ながら1人で悩んでいる班もあった。この班には、授業者が助言を行った。発話記録・様子は次の通りである。

C₅男：これとこれが合っていると思うのですが。
 (C₅男は $\sqrt{3}+\sqrt{3}$ と $\sqrt{3+3}$ を指さした。)
 T：そのカードをみんなに見せて、聞いてもいいですよ。
 C₅男：えっ、いいんですか？
 (C₅男は2枚のカードを手元に並べた。)
 C₆男：その2枚は等しくないよ。 $\sqrt{\quad}$ のたし算は、 $\sqrt{\quad}$ の中が同じだったら文字式みたいに計算できるから、 $\sqrt{3}+\sqrt{3}$ は $2\sqrt{3}$ になるんだよ。
 C₅男：でも、これは何でダメなの？
 T：教科書やノートを見て、みんなで確認してください。

授業者はカードを仲間に見せるように助言し、他の班のように仲間との対話を促した。しかし、C₆男がC₅男の疑問を解決できずにいたため、教科書やノートを見るようにさらに助言した。授業者が理由を説明せずに、教科書やノートをもとに仲間との対話を通して解決してほしかったからである。C₅男とC₆男は教科書やノートを参考にして図をかきながら、正方形の面積と1辺の長さの関係を使って、 $\sqrt{3}+\sqrt{3}$ と $\sqrt{3+3}$ は等しくないことを確認することができた。

普段の授業ではノートに教科書の問題を解いたり、問題集を使って計算練習をしたりするなど、個々がそれぞれ問題に取り組むことが多い。他者が悩んでいても、自分自身の課題解決に影響しないため、率先して困っている仲間に声をかけようとする生徒は少ない。しかし、平方根トランプはその問題点を解決した。班の中の誰か1人でも困っていると、ババ抜きやジジ抜きは進められない。プレーヤーにはゲームを進めたい気持ちが働き、仲間が理解できるようにサポートしようと行動するようになる。自分から積極的に仲間と関わり合い、計算方法や考え方について常に対話し、確認し合いながらゲームを進めることができた。個々で問題を解いている時と比べて、対話によって得られる情報量はたいへん多く、この1時間の中で生徒一人一人が「分かった。」と感じる場面がたくさん生まれた。

(3) 授業後アンケートや単元テストの結果から

表4は会話を抽出した班員の授業後アンケートの結果である。全員が全ての質問項目で肯定評価だった。平方根トランプを通

＜表4 授業後アンケート 抽出班の生徒の結果＞

選択肢は1～4で、1(肯定的評価) ⇔ 4(否定的評価)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
1. 平方根トランプは平方根の計算を身に付けるために有効だと思いますか。	1	1	1	1
2. 班の仲間と積極的にかわり、計算の仕方を教え合うことができましたか。	1	1	1	1

して班の仲間と積極的にかわり、計算方法を教え合うことができ、平方根の計算を身に付けるために平方根トランプが有効であったと回答している。この4名の生徒は、授業後の感想記述欄に次のように記述していた。

C₁男：班員と確かめ合いながら楽しくゲームができた。とてもよい復習になった。
 C₂男：トランプが面白かったです。これからもぜひやりたいです。
 C₃男：ルートの中の計算をカードでやって、分からないところを班でできた。
 C₄女：ジジ抜きの時、ミスがないようにしっかりと班の人と確認して、正しくトランプをすることができました。

教師の一方的な解法指導ではなく、生徒同士が自身の言葉で表現し、相手がどのような点で躓いているのかを考え、議論し、解決した。仲間との対話を通して既習事項を確認することができた。感想記述で述べているように、班の仲間と対話することが自らの学習の支えになったことを一人一人が実感している。

学級全員のアンケート結果をまとめたものが表5である。注目すべき点は否定的評価をした生徒が0人であり、肯定的評価をした生徒の中でも「1. そう思う」と答えた生徒が80%近くいることである。抽出した班だけでなく、全ての班で同様に、生徒自身が平方根トランプによって対話が生まれ、計算が身に付いた。

＜表5 授業後アンケート 学級全員の結果＞

質問項目	生徒の割合			
	1	2	3	4
3. 平方根トランプは平方根の計算を身に付けるために有効だと思いますか。	85.7%	14.3%	0.0%	0.0%
4. 班の仲間と積極的にかかわり、計算の仕方を教え合うことができましたか。	78.6%	21.4%	0.0%	0.0%
5. 今後、またカードゲームを取り入れた授業をやりたいですか。	92.9%	7.1%	0.0%	0.0%

また、単元終了後に行った平方根の単元テストでは、平方根トランプで扱った平方根の計算問題の正答率が学級全体で71.0%であった。この結果からも分かるように、平方根トランプは計算技能の習得に有効な手立てであったと言える。

6 研究のまとめと今後の課題

(1) 成果

前章で得たアンケートの結果から、仲間との対話は生徒の平方根に対する基本的な内容の理解に寄与することが分かった。平方根トランプは普通の授業でのドリル学習と比べ、はるかに意欲的であり、計算技能の習得が図れた。平方根トランプは対話を生むための重要なツールとなり、対話によって生徒の計算技能が確かなものになっていった。自分の間違いを責められたり、恥ずかしさを味わったりすることがなく、「いくらでも間違えてもよい。分からなかったら仲間に聞けばよい。」という安心感があった。その中で、生徒が自ら率先して課題に取り組み、困っている人がいたら仲間が協力して教え合い、互いの考えを認め合いながら学習することができた。第3時に平方根トランプで分かりやすく平方根を学ぶことができた経験が第13時の更なる学習意欲につながった。そして、自分も積極的に参加できたという学級や班への所属感や自分の考えを仲間が認めてくれたという自己有用感の向上にもつながった。

(2) 今後の課題

本実践では、「平方根」の単元でカードゲームを導入したが、他の単元でもカードゲームを活用できれば、中学校3年間を通して、仲間との活発な対話を促し、仲間との関わり合いの中で更なる計算技能の習得ができる。他の単元での教材開発及び実践効果を検証する必要がある。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編」 2017年 p4
- 2) 研究代表者 仲松研「対話から考え合う力をはぐくむ数学の授業デザイン～駆動質問（Driving Questions）から始まる数学的活動を通して～」 琉球大学研究紀要 2015年 p58
- 3) 松沢要一「中学校数学科 授業を変える教材開発&アレンジの工夫38」 2013年 明治図書 p102～p103
- 4) 若林圭太・松沢要一「アクティブラーニングを機能させる教材アレンジとその実践的研究」 上越教育大学教職大学院研究紀要 第4巻 2016年 p126とp128
- 5) 一松信 他「文部科学省検定済教科書 中学校 数学3」 学校図書 2005年